บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ต่อลักษณะทางสัณฐานของข้าว

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของข้าวได้แก่ลักษณะทางพืชไร่ และลักษณะภายในระดับเนื้อเยื่อของข้าวในระยะแทงช่อดอก ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวมีการเจริญเติบโตทางต้นและใบสูงสุด หลังจากนั้นแล้ว ข้าวจะไม่มีการเพิ่มความสูง พื้นที่ใบ จำนวนต้นต่อกอ และขนาดของลำต้นอีกต่อไป ส่วนอาหารที่สังเคราะห์ได้หรือที่สะสมไว้ จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาเมล็ดต่อไป (เฉลิมพล, 2542) ทั้งนี้จากลักษณะโครงสร้างภายนอกที่ทำการศึกษาพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบ มีค่าสูงขึ้นเมื่อข้าวได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น เนื่องจากพืชต้องการธาตุไนโตรเจน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ทั้งทางลำต้นและใบ ทำให้มีพื้นที่ใบมากขึ้น (Glossary of Gradening Terms: http//www.serthandtable.com/glossary/plant/essentialelements.html) จากการทดลองพบว่าค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยของข้าวทั้งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำดอยสะเก็ด มีค่าเท่ากับ 3.43 เมื่อได้รับไนโตรเจนอัตรา 140 กก.N/ha ทั้งนี้ค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมสำหรับการรับแสงอย่างเต็มที่ของข้าวโดยทั่วไป คือ 4-6 (IRRI, 1970) ส่วนลักษณะความสูงของข้าวนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์เป็นสำคัญ โดยข้าวก่ำดอยสะเก็ดเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะสูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อพิจารณาถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับธาตุเหล็กพบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับธาตุเหล็กในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ความสูงของข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Khan *et al.* (1997) ที่พบว่า การให้ธาตุเหล็กในดินแก่ข้าวพันธุ์ Basmati-385 สามารถเพิ่มความสูงของข้าวได้ แต่การเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็ก ที่ให้แก่ข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดกลับให้ผลตรงกันข้าม นอกจากนั้นยังพบว่าการเพิ่มอัตราไนโตรเจนทำให้ความยาวรวงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น แต่กลับมีผลทำให้ความยาวร่วงลดลงเมื่อเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าข้าวทั้งสองพันธุ์ตอบสนองต่อการฉีดพ่นธาตุเหล็กและธาตุไนโตรเจนแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างทางพันธุกรรม

ลักษณะโครงสร้างภายในระดับเนื้อเยื่อของข้าว ได้แก่ราก และใบในระยะแทงช่อดอก ทำการศึกษารายละเอียดของขนาด จำนวน ตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น Epidermis, Cortex, Phloem, Xylem, และ Pith ในส่วนราก และ Cuticle, Epidermis, Endodermis, Phloem, Xylem, Vascular bundle และ Stomata ของใบ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยวิธีตัดตามขวาง ด้วยวิธี Paraffin

section จากการสังเกตพบว่า การจัดการอัตราปุ๋ยไนโตรเจน และระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่ฉีดพ่นให้แก่ข้าวทั้งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวก่ำดอยสะเก็ด ไม่มีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับลักษณะโครงสร้างภายในระดับเนื้อเยื่อดังกล่าว อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับตัวควบคุม แต่จากการศึกษาของ Edmund (1960) พบว่าธาตุไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ขนาดและจำนวนของกลุ่มท่อลำเลียง bundle เพิ่มขึ้น ทำให้ Phloem และ sieve tube มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้น ซึ่งควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

5.2 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ต่อปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะทางสรีระของข้าว

การศึกษาสรีรวิทยาการผลิตพืชไร่ เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสรีระของพืช กับสภาพแวดล้อมของพืช หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสรีระของพืช และทั้งนี้กระบวนการทางสรีระของข้าว หมายถึงกระบวนการและปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในต้นข้าว เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ กระบวนการลำเลียงอาหาร และปฏิกิริยาและการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ (เฉลิมพล, 2542) ซึ่งในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้พิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทางสรีระของข้าว ได้แก่ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ดูดซับแสงเพื่อการสังเคราะห์แสง ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนส์ หรือประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ซึ่งเป็นค่าหนึ่งที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง ส่วนผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงจะได้สารสังเคราะห์ที่ส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรทที่ไม่ใช่ส่วนโครงสร้างของเซลล์ (non-structural carbohydrate) และสารอื่นเช่นไนโตรเจน (Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change: http://www.co2science.org ; ดนัย, 2544) ซึ่งสารสังเคราะห์ดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของข้าว (เฉลิมพล, 2542)

จากผลการทดลองพบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจน มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบ โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์มีแนวโน้มสูงขึ้น และมีการสะสมไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นตามอัตราไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโมเลกุลของคลอโรฟิลล์จึงทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้นโดยตรง (Devlin and Barker, 1971) และพร้อมกันนี้พืชได้รับไนโตรเจนในรูปของไนเตรด (NO_3^-) จากดิน แล้วรีดิวซ์จนเป็นแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนโตรเจนในรูปปุ๋ยยูเรีย [$CO(NH_2)_2$] จากกรรมวิธีทดลอง แล้ว

ไฮดรอไลส์เป็นแอมโมเนีย (NH_3) จากนั้นพืชจะดูดใช้ แอมโมเนียม และแอมโมเนีย แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูป อินทรียสารไนโตรเจน (Organic N) แล้วเคลื่อนย้ายไปเก็บตามเนื้อเยื่อเจริญต่าง ๆ ของพืชต่อไป (Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Causes and Consequences: http://esa.sdsc.edu/ tilman.htm.) ดังนั้นจึงพบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงขึ้นตามอัตราไนโตรเจนที่ให้แก่ข้าว

สำหรับธาตุเหล็กในรูปของ $FeSO_4.7H_2O$ ที่ฉีดพ่นให้ข้าวในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากความเป็นพิษ ซึ่ง Ishizuka *et al*, (1961) กล่าวว่าถ้าระดับความเข้มข้นของสารละลายเหล็กที่ให้แก่พืชสูงถึง 10 ppm จะก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ ซึ่งจากการสังเกต พบว่าภายหลังที่มีการฉีดพ่นธาตุเหล็ก ใบข้าวมีจุดด่างสีน้ำตาลขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.05 - 0.2 เซนติเมตร กระจายทั่วใบ โดยเฉพาะบริเวณปลายใบ อาการปรากฏประมาณ 1-2 วัน แต่หลังจากนั้นใบข้าวก็กลับสู่ภาวะปกติ และไม่ปรากฏว่ามีจุดด่างดังกล่าวอีก แม้จะมีการฉีดพ่นธาตุเหล็กอีกทุก ๆ 7 วัน จนกระทั่งระยะแทงช่อดอก

จากการทดลองยังพบว่า ธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ซึ่ง ดนัย (2544) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง นอกจากคลอโรฟิลล์แล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะทางพันธุกรรมของพืช เช่น ลักษณะโครงสร้างของใบ ขนาด จำนวนและตำแหน่งของปากใบ ซึ่งมีผลต่อการเข้าสู่ใบของคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ใบอ่อนของพืชสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าใบแก่ ใบที่เป็นโรคมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง แต่ใบที่อยู่ใกล้กับใบที่เป็นโรคกลับมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น รวมทั้งระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่พอเหมาะ ความเข้มแสง ความยาวช่วงแสง คุณภาพแสง และอุณหภูมิ ต่างมีผลต่อ ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงทั้งสิ้น

ข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบดีกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เช่นเดียวกับการทดลองของ ณัฐพงศ์ (2544) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดมีสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยอาจเป็นไปได้ว่าลักษณะทั้งสองอย่างนี้ถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม จากการทดลอง ใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ หรือประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ เป็นค่าบ่งถึงประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งสมบุญ (2536) และ Hall *et al.* (1993) อ้างโดยณัฐพงศ์

(2544) อธิบายว่า พืชดูดกลืนพลังงานแสงด้วยโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เพื่อนำไปใช้ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง แต่ยังมีพลังงานส่วนหนึ่งที่ไม่ได้ใช้ในการสังเคราะห์แสง พืชจึงมีกลไกในการปลดปล่อยพลังงานนี้ออกจากระบบในลักษณะต่าง ๆ เช่น การสะท้อนกลับของรังสีความร้อน และการเรืองแสง เรียกว่า ฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence) ในสภาพปกติเมื่อใบพืชได้รับความมืดประมาณ 30 นาที พบว่าส่วนของตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) ใน Photosystem II (PSII) จะอยู่ในสภาพเสถียรหรือคงตัว (ground state) และสามารถเปิดรับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ได้สูงสุด และในสภาพนี้คลอโรฟิลล์จะสามารถเปล่ง ฟลูออเรสเซนซ์ออกมาได้ต่ำสุด เรียกว่า F_0 (minimum fluorescence) ในทันทีที่พืชได้รับรังสีดวงอาทิตย์ electron acceptor จะเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพเร่งเร้า (excited state) และการเปล่งพลังงานลูออเรสเซนซ์จากคลอโรฟิลล์จะเพิ่มไปสู่สภาพสูงสุด เรียกว่า F_m (maximum fluorescenc) จากนั้นค่านี้ก็จะลดลงสู่ระดับ F_0 อีกเมื่อพลังงานถูกส่งต่อไปยัง Photosystem I (PSI) ส่วนของ electron acceptor ก็จะสามารถรับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ได้อีกต่อไป ปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์นี้ เรียกว่า Kautsky curve ความแตกต่างระหว่างค่า F_m และ F_0 เรียกว่า variable fluorescence (F_v) อัตราส่วนของ F_v/F_m แสดงถึงความสามารถของ PSII ในคลอโรฟิลล์พืชในการรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ และถ่ายทอดไปสู่ PSI ค่านี้มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของปฏิกิริยาเคมีของการใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง ที่เรียกว่า quantum yield (Bjorkman and Demming, 1978) ดังนั้นการวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง

5.3 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

จากการทดลองพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนักแห้งรวงสะสมสูงสุด อัตราน้ำหนักแห้งรวงสะสมสูงสุด และจำนวนรวงต่อกอสูงกว่าในข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด แต่น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 น้อยกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ด ซึ่งน้ำหนักเมล็ดนั้นเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม (Yoshida, 1981) กอปรกับ เกิดจากการชดเชยองค์ประกอบผลผลิต โดย Zeng and Shannon (2000) รายงานว่า จำนวนหน่อต่อต้น และจำนวนรวงต่อกอ เป็นตัวกำหนดความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ด โดยเป็นไปตามกฎการชดเชยองค์ประกอบผลผลิตภายใต้สภาพดินเค็ม

จากการทดลองพบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตต่ำกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ด (745 และ 792 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการศึกษาของ Lai *et al.* (1996); Yang *et al.* (1996); Carreres *et al.* (2000) และการศึกษาทดลองของ Pathak *et al.* (1980) รายงานสอดคล้องกันว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าว จะช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ในขณะที่การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวก่ำดอยสะเก็ด กลับทำให้ผลผลิตลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนหน่อต่อตารางเมตร จำนวนรวงต่อกอของข้าวแต่ละพันธุ์ นอกจากจะผันแปรตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนแล้วยังถูกควบคุมโดยลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวแต่ละพันธุ์ (Yoshida, 1981)

5.4 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ต่อคุณภาพการสีของข้าว

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีคุณภาพการสีดีกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ด โดยมีเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร และเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว สูงกว่า แต่มีเปอร์เซ็นต์แกลบ เปอร์เซ็นต์รำ และเปอร์เซ็นต์ข้าวหักต่ำกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ด โดย Chun and Zhu (2001) กล่าวว่าคุณภาพการสีจะถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละสายพันธุ์

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า อิทธิพลของไนโตรเจนและเหล็กไม่ส่งผลต่อคุณภาพการสีของข้าวแต่อย่างใด เช่นเดียวกับการศึกษาของแขสุมาลย์ (2543) ที่พบว่าไนโตรเจนไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 ในขณะที่ Nangju and De Datta (1970); Seetanum and De Datta (1973); Sajawan *et al.* (1990) รายงานพ้องกันว่าไนโตรเจนทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้น โดยอธิบายว่าไนโตรเจนเพิ่มโปรตีนในเมล็ดข้าว ทำให้แป้งจับตัวกัน จึงทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้านทานต่อการแตกหักระหว่างการสีของเมล็ดข้าวมากขึ้น แต่จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่าความแข็งของเมล็ดข้าวกล้องไม่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์แกลบ เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์รำ เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ข้าวหักและเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวแต่อย่างใด อนึ่งอัตราไนโตรเจน และระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่สูงขึ้น ทำให้ความแข็งของเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มสูงขึ้น

5.5 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็ก ต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าว

ธาตุไนโตรเจน ที่ให้แก่ข้าวมีอิทธิพลต่อปริมาณธาตุเหล็ก สังกะสี และโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องที่สูงขึ้น Beauchamp *et al.* (1976) รายงานว่าเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบจะลดลง แต่ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนถูกเคลื่อนย้ายจากแหล่งผลิต (Source) ไปยังเมล็ด (Sink) ซึ่งไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้สูงในท่อลำเลียงอาหาร เช่นเดียวกับโพแทสเซียม ส่วนธาตุเหล็กและสังกะสี เป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้ในระดับปานกลาง (Marschner, 1995) ทั้งนี้ ยงยุทธ (2543) อธิบายว่าพืชดูดใช้ธาตุเหล่านี้ทางราก และลำเลียงสู่ส่วนเหนือดินทางกระแสการคายน้ำ ดังนั้นหากพืชอยู่ในภาวะที่มีการคายน้ำต่ำ เช่น ในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ติดต่อกัน ใบที่ผลิใหม่จะมีอัตราการคายน้ำต่ำ อาจก่อให้เกิดการขาดธาตุเหล่านี้ได้ ดังนั้นการให้ปุ๋ยทางใบจะได้รับและสะสมธาตุอาหารไว้ในเนื้อเยื่อ เพื่อพัฒนาในระยะแพร่พันธุ์ (Reproductive) ต่อไป โดย Tisdale and Nelson (1963) ; Haynes and Goh (1977) อธิบายการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารเมื่อฉีดพ่นสารละลายปุ๋ยทางใบไว้ว่า สารละลายปุ๋ยทางใบจะซึมผ่านผิวใบ ผ่านคิวติเคิลของใบ หรือปากใบ และลำเลียงเข้าสู่ท่ออาหาร และเคลื่อนย้ายเข้าไปในเซลล์พืชเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป จากการทดลองพบว่าการฉีดพ่นธาตุเหล็กทางใบมีผลทำให้ปริมาณการสะสมธาตุเหล็ก และโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณสังกะสีมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Khan *et al.* (1997) ที่ให้สารประกอบเหล็กทางดิน และสรุปว่า การใส่เหล็กจะทำให้ปริมาณธาตุเหล็ก ไนโตรเจน และปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้น แต่จะทำให้ปริมาณสังกะสีในเมล็ดลดลง

5.6 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนและเหล็กต่อลักษณะทางสัณฐาน ลักษณะทางสรีระ ผลผลิต คุณภาพการสี และคุณค่าทางโภชนาการของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด

5.6.1 พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตอบสนองกับการเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็กต่อความสูงของข้าวในทางบวก เช่นเดียวกับที่ตอบสนองกับการเพิ่มขึ้นของอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ต่อความยาวรวงและผลผลิตในทางบวก แต่ในแง่ลักษณะทางสรีระ ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในใบ และปริมาณ

คาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาล ในแง่ขององค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพการสี พบว่าธาตุไนโตรเจนและเหล็กไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียไนโตรเจนบางส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปของยูเรีย (NH_2-CO-NH_2) ซึ่งง่ายต่อการถูกไฮดรอไลส์ให้อยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH_3^+) ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเพียง 66% ส่วนอื่นจะสูญเสียโดยการระเหย (Beegle, 1988) ส่วนสาเหตุที่ธาตุเหล็กไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางสรีระ และองค์ประกอบผลผลิตนั้น อาจเนื่องมาจากธาตุเหล็กเป็นจุลธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย และผลจากวิธีการจัดการ ซึ่งเริ่มทำการฉีดพ่นธาตุเหล็กทางใบ ให้แก่ข้าวในระยะกำเนิดช่อดอก ซึ่งเป็นระยะที่พืชเจริญเติบโตและพัฒนาทางลำต้นและใบสูงสุดแล้ว จึงไม่ส่งผลต่อลักษณะทางสรีระ และองค์ประกอบผลผลิตบางอย่าง เช่น จำนวนหน่อต่อตารางเมตร ทั้งนี้อาจจะต้องเริ่มจัดการให้ธาตุเหล็กตั้งแต่ระยะแตกกอ ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

อย่างไรก็ตามในแง่คุณค่าทางโภชนาการพบว่า ข้าวพันธุ์ขาวมะลิ 105 ตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนและเหล็ก อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ สามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องได้ถึง 66.11% ของการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ตาราง 4.43) ในขณะที่การฉีดพ่นธาตุเหล็กที่ระดับความเข้มข้น 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง จากตัวควบคุมเพียง 9.93% แต่เป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับการฉีดพ่นธาตุเหล็กในระดับสูงสุด (140 กิโลกรัมไนโตรเจน ร่วมกับ 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ของธาตุเหล็ก) สามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง จากการไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนและไม่ได้รับการฉีดพ่นธาตุเหล็กถึง 112.76% หรือ 2.12 เท่า (ตาราง 4.43) สำหรับปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องนั้น พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจาก 0 เป็น 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง 7.9% และเพิ่มเพียง 1.29% จากการฉีดพ่นธาตุเหล็กที่ 0 เป็น 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างธาตุไนโตรเจนและเหล็กนั้น มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มจาก 8.88% เป็น 9.94% คิดเป็น 11.82% ของตัวควบคุม เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ร่วมกับการฉีดพ่นธาตุเหล็กที่ระดับความเข้มข้น 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 13)

5.6.2 พันธุ์กำดอยสะเก็ด

สำหรับข้าวพันธุ์กำดอยสะเก็ด มีการตอบสนองกับการเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของธาตุเหล็ก ต่อความสูงในทางลบ และตอบสนองกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อความยาวรวงและผลผลิตในทางลบ ส่วนลักษณะทางสรีระ องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพการสี พบว่าธาตุไนโตรเจนและเหล็กไม่มีอิทธิพลใดต่อลักษณะดังกล่าว เช่นเดียวกับในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ในแง่คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องของข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ สามารถเพิ่มขึ้นได้ 19.35% ของการไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน และเพิ่มขึ้น 7.82% จากการไม่ฉีดพ่นธาตุเหล็ก เมื่อได้รับธาตุเหล็กในระดับความเข้มข้น 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ และผลการให้ไนโตรเจนร่วมกับธาตุเหล็กในอัตราสูงสุด (140 กิโลกรัมไนโตรเจนร่วมกับ 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ของธาตุเหล็ก) สามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง 26.38% ของตัวควบคุม (ตาราง 4.43) ซึ่งผลของปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปในลักษณะเดียวกับในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และในส่วนของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องจาก 11.12% เป็น 14.52% คิดเป็น 30.51% และปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุไนโตรเจนกับเหล็กในอัตรา 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ของปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับ 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ของธาตุเหล็กสามารถทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มขึ้น 34.18% เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม ในขณะที่การฉีดพ่นธาตุเหล็กที่ 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มจากการไม่ฉีดพ่นธาตุเหล็กเลยเพียง 0.62% (ตารางภาคผนวกที่ 13)